

耐震補強要素が偏心配置された鉄筋コンクリート造骨組のねじれ応答性状

(その1 補強構面の基本性能の把握)

剛性偏心率、耐力偏心率、耐震補強要素、静的載荷実験

正会員 上田 芳郎^{*1)} 正会員 日野 泰道^{*3)}
 準会員 山内 成人^{*2)} 同 楠 浩一^{*4)}
 同 中埜 良昭^{*5)}

1.はじめに

現行の耐震規定において、耐震補強要素の平面的な偏在程度は弾性剛性に基づく「剛性偏心」により規定される¹⁾。そのため、RC造壁と比較して弾性剛性の小さい鉄骨系架構を用いた補強建物では補強要素の偏在程度は軽視される傾向にある。しかしながら、鉄骨系架構においてもRC造壁と同程度の付加耐力が期待でき、部材が降伏し剛性低下が生じる建物の終局強度時には、「剛性偏心」よりもむしろ耐力的な偏心(以下、耐力偏心)が建物の応答に対して大きな影響を及ぼすものと考えられる。そこで「剛性偏心」及び「耐力偏心」が建物のねじれ応答へ与える影響を検討するため、振動台実験を計画した。本報では、振動台実験に先立ち実施した静的載荷実験の結果について考察を行う。

2.実験概要

2.1 実験計画

振動台実験における実験パラメータは偏心率とし「剛性偏心率」は耐震診断基準¹⁾における(A)式を、また「耐力偏心率」は文献²⁾における(B)式をそれぞれ使用した。

まず 無補強構面 RC 造壁補強構面 鉄骨ブレース補強構面の3 構面を計画し(図 1)、次に使用材料を選択し、表 1、2 に示す材料試験の結果を元に3 種類の構面の組み合わせ(と、と及びと)で R_{ek} 及び R_{eq} を算出した(表 3)。本研究では表 3 に示す、剛性偏心率が等しく耐力偏心率が異なる架構を対象に建物のねじれ応答性状の把握を目的とする。尚、表 3 に示した弾性剛性は、RC 造部分の実験時における剛性低下を

想定し、柱及びRC 造壁部材の剛性を 1/2 に低下させ算出した。

一方、振動台実験に先立ち実施した静的載荷実験(本報)では、同種構面の組み合わせ(と、と及びと)により、各補強構面の基本性能の把握と、表 3 に示した各偏心率が実現可能かどうかを確認する。

表 1 コンクリートの材料試験結果

	最大圧縮応力度	ヤング係数	最大圧縮応力時歪	比重
	y (MPa)	E(N/mm ²)	max (%)	t/mm ³
コンクリート	15.52	1.35 × 10 ⁴	0.30	2.04 × 10 ⁻³

表 2 鉄筋及びブレース材の材料試験結果

	断面積	引張降伏応力度	ヤング係数	降伏歪
	A (mm ²)	y (N/mm ²)	E (N/mm ²)	(%)
D2	3.59	433.8	1.69 × 10 ⁵	0.46
D3	8.76	430.2	1.44 × 10 ⁵	0.52
ブレース材	32.0 × 2	408.3	2.25 × 10 ⁵	0.50

表 3 剛性偏心率及び耐力偏心率

	無補強	RC造壁補強	ブレース補強
弾性剛性 × 10 ⁴ (N/mm)	1.51	4.33	3.30
加力方向終局時耐力 (kN)	16.9	28.6	36.2
ベースシア係数	0.77	1.30	1.58
剛性偏心率 ¹⁾ R_{ek}	0.00	0.10	0.10
耐力偏心率 ²⁾ R_{eq}	0.00	0.11	0.13

剛性偏心率 R_{ek} ¹⁾

$$R_{ek} = \frac{e_k}{\sqrt{B^2 + L^2}} \quad (A)$$

$$e_k = \frac{\sum_i K_x \cdot i \cdot l_y}{\sum_i K_x}$$

- e_k : 剛性偏心距離
- K_x : 各構面での弾性剛性
- K_x : 建物全体の剛性
- l_y : 構面-重心間距離
- B, L : 建物長さ

耐力偏心率 R_{eq} ²⁾

$$R_{eq} = \frac{e_q}{\sqrt{B^2 + L^2}} \cdot C_B \quad (B)$$

$$e_q = \frac{\sum_i Q_{yx} \cdot i \cdot l_y}{\sum_i Q_{yx}}$$

- e_q : 耐力偏心距離
- C_B : ベースシア係数
- Q_{yx} : 各構面での降伏耐力
- Q_{yx} : 建物全体の耐力

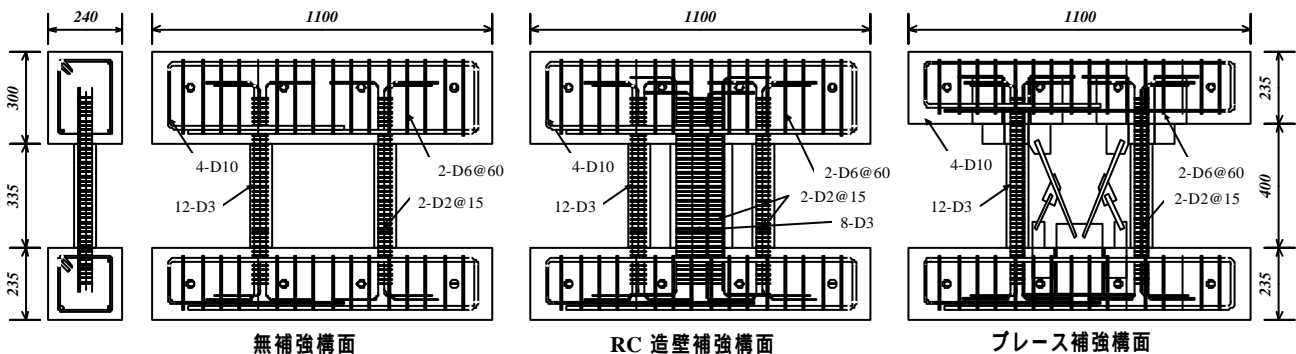


図 1 各構面の寸法及び配筋図

Torsional Response of Seismically Retrofitted R/C Structures

Part 1. Fundamental Characteristics of Tested Structures Subjected to Seismic Loads

Yoshiro UEDA, Naruhito YAMAUCHI, Yasumichi HINO, Koichi KUSUNOKI, Yoshiaki NAKANO

2.2 加力方法

図2に加力装置図を示す。載荷は2本のアクチュエーターを水平に設置し、回転を制御しつつ加力を行った。正負交番繰り返し載荷を採用し、最大時における層間変形角を1/20radとした。

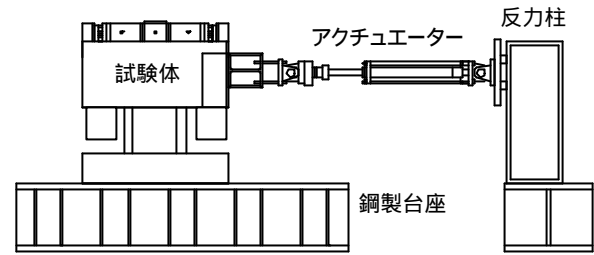


図2 加力装置立面図

3.実験結果

3.1 破壊状況

図3に各試験体の荷重-層間変形角関係を示す。無補強試験体では、層間変形角0.002rad付近で柱上部危険断面に曲げひび割れが発生し、荷重11.8kN(0.015rad)時に柱主筋が降伏し、柱主筋降伏後に最大耐力13.1kN(0.027rad)に達した。RC造壁補強試験体では、層間変形角0.002rad付近で柱部材に曲げひび割れ、壁部材にせん断ひび割れが生じた。荷重29.0kN(0.010rad)時に壁主筋が降伏し、その後、最大耐力33.1kN(0.012rad)に達した。ブレース補強試験体では、層間変形角0.005rad付近でブレース材上部に座屈が生じ始め、荷重39.9kN(0.012rad)時に柱主筋が降伏し、40.5kN(0.014rad)で最大耐力に達した。尚、RC造壁補強試験体及びブレース補強試験体に関して、図4に示した計算値は(補強部材の耐力+0.7×柱部材の耐力)に従い算出したものである。

3.2 実験結果に基づく偏心率

表4及び図4に実験結果に基づく偏心率を示す。(A)式、(B)式に基づく偏心率の算出に際し、剛性及び耐力はそれぞれ初期剛性及び最大耐力とした。初期剛性はひび割れ発生状況及び履歴性状に基づき第1折れ点と判断した点までのデータを最小自乗法により直線近似したものをを使用した。耐力偏心率はRC造壁補強試験体が0.07、ブレース補強試験体が0.09、剛性偏心率は両試験体共に0.11となり、計画した偏心率の関係が実現できた事を確認した。

表4 実験結果に基づく偏心率

	無補強	RC造壁補強	ブレース補強
弾性剛性×10 ⁴ (N/mm)	0.31	1.00	0.99
加力方向終局時耐力(kN)	13.1	23.1	26.8
ベースシア係数	0.60	1.05	1.17
剛性偏心率 ¹⁾ Rek	0.00	0.11	0.11
耐力偏心率 ²⁾ Req	0.00	0.07	0.09

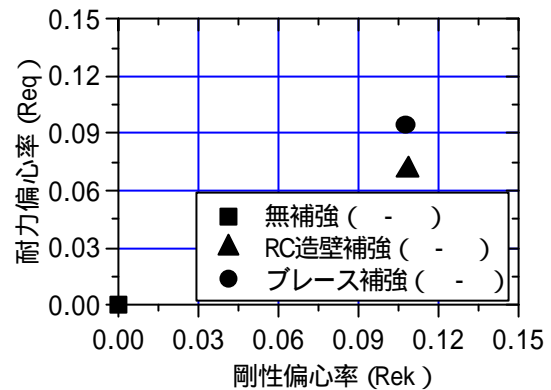


図4 実験結果に基づく偏心率

4.まとめ

各補強構面の基本性能の把握を目的とし、振動台実験に先立ち、静的載荷実験を行った。その結果、計画した偏心率を実現可能である事を確認した。

参考文献 1)既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説、日本建築防災協会、1977年 2)鉄骨系架構が偏心配置された鉄筋コンクリート造骨組のねじれ応答性状に関する研究、日野泰道、中埜良昭、日本建築学会関東支部研究報告集、1998年

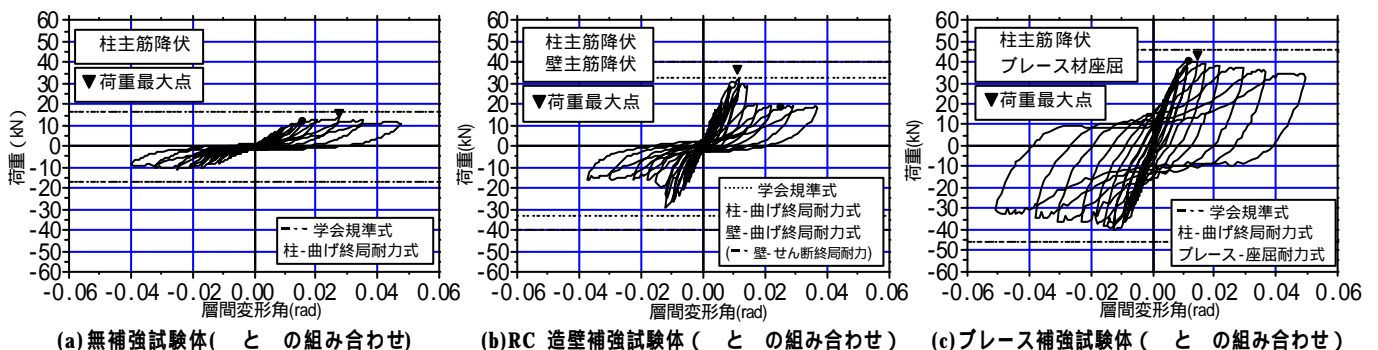


図3 荷重-層間変形角関係

1)東京大学大学院生 Graduate Student ;Univ. of Tokyo
 2)東京大学生産技術研究所 文部技術官 Technical Associate ;Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo
 3)独立行政法人 産業安全研究所 研究員・工修 Research Engineer ;National Institute of Industrial Safety, Independent Administrative Institution, Ms.Eng.
 4)独立行政法人 建築研究所 研究員・工博 Research Engineer ;Building Research Institute, Independent Administrative Institution, Dr. Eng.
 5)東京大学生産技術研究所 助教授・工博 Associate Professor ;Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.